

关于江苏省智能建造技术体系及实施路径的研究

□李启明

自2020年起，东南大学和江苏省住建厅成立江苏智能建造课题组，重点研究江苏智能建造的实施路径和政策保障。我们的成果包括学术成果与政策成果两方面。从确立研究方向，完成研究报告及鉴定，再起草政策文件，征求部门、专家、企业等意见，完成规定的审批程序后，最后对社会进行正式发布。2023年1月3日江苏省住房和城乡建设厅发布了《关于推进江苏省智能建造发展的实施方案（试行）》的通知。

过去40年，中国高速的工业化进程造就大制造，高速城镇化进程引发大建造。近年来，由于受到宏观经济低迷等影响，建筑行业受到不小冲击，网上很多人称其为“夕阳产业”。其实，建筑和城市基础设施建设需求量大，包括老基建和新基建、国内市场和国际市场、增量市场和存量改造等。我个人认为建筑业（基础设施）是国民经济的支柱产业、基础产业、富民产业、长久产业，需求巨大且持续，不是夕阳产业。通过转型升级、智能建造和高质量发展，完全可以转变为技术密集型产业、甚至是高科技产业。

相比于发达国家，我国建筑业工业化水平和信息化水平仍处在较低的程度。目前我国传统建筑业存在诸多问题，例如高耗能、高污染、多事故以及低效率等，对此住建部提出智能建造与建筑工业化要协同化发展。

本文主要围绕智能建造发展背景、国内外发展现状、理论框架与体系、关键技术及导则和评价标准五点展开。

2022年7-8月，住建部等部门分别发布了智能建造与建筑工业化协同发展、加快新型建筑工业化发展等相关指导意见。我们团队经过反复研讨与取舍，根据江苏建筑业实际情况，制定了江苏智能建造研究框架，重点聚焦五大关键技术领域，形成智能建造的新技术、新产品和新业态。

智能建造发展背景

国际上建筑行业占整个世界经济比例较高，但劳动生产率较低，低于制造业和GDP的增幅，利润率低于3%。

建筑业企业投资回报率参差不齐，科技含量越高的建筑业企业、系统设备公司、工程机械公司、精加工部件企业的投资回报率越来越高（2008-2018）。麦肯锡研究报告指出，建筑业转型要根据其发展特征，来寻找发展的动力，其中数字化转型是热门话题。近年关于建筑业信息市场的投资也是与日俱增。目前建筑人才需求量仍非常大，但缺乏吸引力，而制造业比建筑业更能够留住数字化人才。

智能建造国内外发展现状

虽然发达国家走过了工业化进程，也完成了城镇化进程，但他们并没有放弃建筑业发展，反而在新的环境下更加重视建造业转型和升级，在近几年纷纷

制定了未来建筑业发展的战略。

以下列举美国、英国、欧盟、日本、新加坡未来建筑业发展战略：

美国

智能建造焦点：《美国重建基础设施立法纲要》；聚焦下一代能源基础设施、高速互联网、科研基础设施、人工智能、大数据等；建筑产品和基础设施要实现安全(韧性)、绿色和耐久；建造过程的经济效益和可持续发展。

英国

智慧建造与数字设计（战略优先级）；推进更多的研究和创新；持续推进BIM发展。

欧盟

BIM发展仍是各国重点；以政府主导智能建造发展为主；智能建造覆盖面广，各专业协调。

日本

政府战略目标：推行i-construction，实现建筑建造的智能化；企业战略目标：引入机器人，推广AI应用；行业战略目标：实现生产过程全面三维数据化；ICT技术的全面使用；在施工现场，采用无人机进行3次元测量，采用ICT控制机械进行施工，实现高速且高品质的建筑作业；规格的标准化；采用技术统合进行数据分析，将施工现场的规格标准化，实现最大效率；施工周期的标准化；采用更加先进的计划管理系统，使得施工周期可控。

新加坡

虚拟新加坡——数据环境和可视化技术的协作平台；自动化与机器人提高生产力。

通过对以上国家建筑业发展战略梳理可以总结一下四点：1.发达国家强制使用BIM项目多，时间早，覆盖面广；2.BIM强制应用多起源于基础设施、公共设施项目；3.BIM标准的制定完善极为重要；4.BIM技术的研发应用仍在不断进步。

BIM技术应用现状聚焦在三大领域：模型协调与可视化、管理优化及自动化和资产与设备管理。其中设计阶段应用率最高，运维阶段应用率最低。

BIM+技术可以和GIS、AR/VR/MR、三维激光扫描、物联网、云计算融合应用，能减少工作错误与遗漏（项目效益），加强与业主、设计单位的合作（过程效益），以及提升组织形象（内部效益）。

据统计，机器人产业累计营收480亿美元，其中机器人本身占比30%；机器人配件（如视觉系统部件）占比25%；机器人相关服务（如辅助硬件、软件、编程及安装）占比45%。我个人认为，企业如果仅仅通过研发投入去造机器人，实际会很难维持。实验室能够制造一台机器人，但是大规模的使用，还需相关配套服务，形成配套产业链，



才能提供完整的机器人商业服务。

智能建造理论框架与体系

关于智能建造理论框架体系，结合文献综述得出智能建造应具备四个特征：1.强调ICT新技术与建造活动的融合；2.面向工程项目全生命周期；3.实现建造过程的信息集成与协同；4.提升建造过程的效率、安全性、可持续性。

智能建造是以人工智能为核心的新一代ICT技术与以先进建造技术为核心的工程建造全过程融合形成的创新建造模式。建造技术是本体技术，为主体；智能技术是赋能技术，为主导。赋能技术只有与领域技术深度融合，才能真正发挥作用。我认为建造是基础、智能是方向、融合是关键、价值增值才是最终目标。

智能建造是个长期发展过程，数字产品的验收标准、验收规范等还需长久建立与完善。

智能建造关键技术导则

五大关键技术领域：建筑产业互联网平台及服务、BIM+数字一体化设计、建造机器人及智能装备、部品部件智能生产线和BIM/AI+智慧工地。

江苏省智能建造实施方案里，对于建筑产业互联网平台有四个重点任务：制定产业互联网技术导则、鼓励大型企业建设企业级平台、搭建产业互联网公共服务平台、培育垂直细分领域行业级平台。

产业互联网平台

例如针对生产服务的云筑网，主要有集中采购、劳务管理、数字化物流；面向最终用户/业主的BUILD-ING、Radar和Uptake，作为工程销售服务大数据平台，提供设备检测与服务；面向建筑产业工人的鱼泡网，主要招工招聘、记工记账、实名制和政府监管。据了解，当前一线城市的开发项目70%的利润来自装修阶段，而不

建筑机器人及智能装备

应用服务于土木工程领域的具有感知、分析、推理、决策、控制功能的制

发展特色农业、生态农业建设是此次EOD项目建设的另一大重点。

根据计划，该项目将采取突出江南水乡古镇与特色田园乡村双重品牌的“新农”发展模式，推进角直镇淞南村、前港村等2600亩农田的高标准改造，解决农田基础设施较差等问题。同时加快甫田村马王浜、席墟特色精品乡村建设，以科技赋能“新农经济”。

“我们将围绕全市澄湖地区‘1+5’协同发展规划体系，依托江南文化，串联古镇、村庄、水网，做好生态屏障，做美‘四角山水’，将澄湖打造为‘新时代鱼米之乡的苏州样板’。”角直镇党委书记姜昊说。

澄湖是苏州第三大湖泊。去年年底，《澄湖地区协同发展规划》正式发布，提出将充分发挥澄湖地区生态、农业和文化资源优势，统筹推进澄湖地区高质量发展，围绕“生态澄湖、诗意水乡”总体目标，构建田园水乡生活典范。此次EOD项目总投资额约43亿元，计划在2026年完工。（李萍）

发展特色农业、生态农业建设是此次EOD项目建设的另一大重点。根据计划，该项目将采取突出江南水乡古镇与特色田园乡村双重品牌的“新农”发展模式，推进角直镇淞南村、前港村等2600亩农田的高标准改造，解决农田基础设施较差等问题。同时加快甫田村马王浜、席墟特色精品乡村建设，以科技赋能“新农经济”。

“我们将围绕全市澄湖地区‘1+5’协同发展规划体系，依托江南文化，串联古镇、村庄、水网，做好生态屏障，做美‘四角山水’，将澄湖打造为‘新时代鱼米之乡的苏州样板’。”角直镇党委书记姜昊说。

澄湖是苏州第三大湖泊。去年年底，《澄湖地区协同发展规划》正式发布，提出将充分发挥澄湖地区生态、农业和文化资源优势，统筹推进澄湖地区高质量发展，围绕“生态澄湖、诗意水乡”总体目标，构建田园水乡生活典范。此次EOD项目总投资额约43亿元，计划在2026年完工。（李萍）

造装备，集成和深度融合先进制造技术、信息技术和智能技术的设备。其中有四项重点任务：普及测量机器人和智能测量工具、推广应用部品部件生产机器人、研发施工机器人和智能工程机械设备、采用工程监测机器人和清扫机器人。

建筑机器人可协助或替代工人多数工作，完成高难度作业，节省人力作业、人工成本，提高劳动生产率。应用场景可分为：智能塔吊、无人机设备、物联网设备和AR+VR设备。

2023年1月18日，工信部等17部门印发“机器人+”应用行动实施方案，主要聚焦10大应用重点领域，突破100种以上机器人创新应用技术及解决方案，推广200个以上具有较高技术水平、创新应用模式和显著应用成效的机器人典型应用场景，打造一批“机器人+”应用标杆企业，建设一批应用体验中心和试验验证中心。

部品部件智能生产线

包含建筑部品部件信息分析感知、部品部件生产策略智能化优化、生产设备间自动化控制及执行等功能，用于部品部件的自动化生产、检测、运输、维护等。有三项重点任务：建立基于BIM的标准化部品部件库、打造部品部件智能生产工厂和创建部品部件质量追溯系统。

智能施工管理（BIM/AI+智慧工地）

综合运用物联网、云计算、移动互联网、BIM、GIS、AI等技术手段，对人员、安全、质量、环境等要素在施工过程中产生的数据进行全面采集，实现数据共享和协同运作，最终实现互联协同、全面感知、辅助决策、智能生产、科学管理的智能化工地。有三项重点任务：推进基于BIM的智能施工管理策划、智慧管理系统研发应用和推进精益管理。

苏州工业园区城市重建有限公司建设的苏州金鸡湖智慧隧道，是江苏省苏州市重点项目、工业园区一号工程，也是目前国内最长的明挖法城市湖底轻轨共建隧道，总投资约60亿元。该项目通过“BIM+GIS+智慧工地”技术应用，将数据可视化辅助决策，构建数据资产。

该项目BIM数字化智慧建造平台建设 and 实施由上海宾孚数字科技集团有限公司承担。重点打造了金鸡湖智慧管理平台、施工、构件等系统；金鸡湖BIM模型的审

核与整合展示，以及集成接轨智慧工地数据等方面。通过“BIM+GIS+智慧工地”技术，有效降低安全事故发生率，进一步实现精细化管理，绿色施工；进行设计优化、施工深化，为施工提供符合质量安全、技术经济指标等要求的施工方案，实现降本增效；作为苏州市重点项目，该项目部接待业主领导和政府主管部门领导多次考察、观摩，获得了政府、业主和企业的一致好评和认可，为项目树立了标杆。

在智能建造人才培养方面，全国智能建造专业设置，以土木工程专业为基础，面向国家战略和建设工程行业转型升级，融合机械设计制造及自动化、电子信息及自动化和工程管理等专业发展而提出的新型复合型工科专业，根据教育部普通高等院校本科专业备案和审批结果，同济大学最早在2017年设立了智能建造专业，2018、2019和2020年又先后有6所、17所、23所高校设立了该专业，总数达到47所。

智能建造评价标准

在江苏省智能建造实施方案中，提出智能建造试点项目分为策划阶段、设计阶段、建造阶段、运维阶段和软件和网络安全五个方面，并设置了必选项和可选项。

智能建造试点企业分为企业基本情况、技术基础能力、应用实施能力和综合效益四个方面；智能建造技术服务试点单位分为企业基本情况、技术基础能力、技术服务能力和综合效益四个方面。

未来，智能建造将发展出新的业态，主要包含四个方面：新产品/服务、新市场、新资源和新组织。1.作为数字经济发展的产物，市场需求从“产品导向”向“产品服务导向”转变；物质产品+数字产品+智能产品，形成价值增值。2.工程建造与平台经济结合，工程建造市场逐渐向依托平台、基于数字化的多主体的资源配置模式转变。3.数据资产将成为关键性生产要素和国家基础性战略资源；原始数据通过收集、存储和分析形成数据资源。4.平台经济推动组织转型，层级式组织架构向扁平化组织架构转变。

（作者系东南大学教学委员会副主任、江苏省建筑业发展研究中心主任）

上海将开展农村住房建筑活动管理试点工作

近日，上海市住房和城乡建设管理委员会印发《关于开展本市农村住房建筑活动管理试点工作的指导意见》（以下简称《指导意见》），拟对松江区所有涉农乡镇、浦东东航头镇、嘉定区徐行镇、奉贤区庄行镇、青浦区金泽镇先行开展试点。鼓励其他涉农区相关乡镇参照试点要求自主探索，进一步加强农村住房建筑活动管理。

《指导意见》明确，将按房屋用途、危险等级，分类分级规范农房新建、存量房屋改扩建用于经营等建筑活动的管理，并结合农村特点，探索建立差异化、简便化的管理模式，用一年左右时间积累总结管理经验，有序建立健全新建和改扩建房屋建筑活动管理的长效机制。

落实分类管理，对集体建房（集体经济组织统一规划、统一设计、集中建造），在取得乡村规划建设许可证后，向区建设行政管理部门办理建筑工程施工许可、竣工验收备案手续。对于农户个人建房重点强化现场施工、施工图纸、施工队伍等管理环节。

严格施工管理方面。乡镇政府在现行开工查验、竣工验收两道环节上，进一步落实住房城乡建设部门管理要求。施工过程中，由乡镇质量安全专管人员落实施工监管，区主管部门开展抽查和考核，建立区和乡镇两级的监管台账。竣工后，由乡镇组织竣工验收，并将竣工验收结果备案到区建管部门。

严格施工图纸管理。施工图纸可由建房村民自行委托具备资质的设计单位设计，或由乡镇政府统一购买设计服务，选用乡村建筑师等专业设计人员设计或对通用施工图集深化设计，设计方对施工图纸质量负责。

严格施工队伍管理。村民建房可选择具备相应资质的施工单位或者由乡村建设工匠组成的施工队伍承担，并签订建房协议。压实施工方责任，建房协议要明确质量员、安全员，明确质量安全责任和质量保修期等。施工队伍应按照施工图纸、建房协议以及相关施工技术标准、规程等开展施工，对施工过程中的质量和安全负责。

严格施工铭牌管理。乡镇政府落实村民建房施工铭牌公示制度，施工铭牌如实公示房屋立面效果图、总平面图、建筑面积、层数、高度，设计、施工单位的名称，设计、施工负责人以及施工质量员、安全员的姓名和联系方式，监督举报电话等信息。

严禁既有农村住房违规加盖、擅自变动建筑主体和承重结构等行为。经批准允许改扩建用于经营的农村住房，参照限额以下小型项目管理对其建筑活动实施监管，开工前加强属地备案和信息报送，并选择有相应资质要求的设计、施工单位开展设计和施工。

对于农村住宅转为经营用途的，产权人或使用人在办理相关经营许可、开展经营活动前，委托市房管局公示名单内的检测鉴定单位开展房屋安全鉴定，依法依规取得房屋安全鉴定合格证明。

（丁艳彬）

苏州吴中澄湖片区综合治理生态环境项目加速推进



近日，江苏省苏州市吴中澄湖片区综合治理EOD项目建设正在加速推进中。据了解，这里计划通过空间重构、资源重组、品质重塑，打造成为集绿色生态与诗意水乡生活为一体的长三角生态文旅示范区。

EOD模式指以生态保护与环境治理为基础，以特色产业运营为支撑，以区域综合开发为载体，将生态环境治理与创新产业发展有效融合、一体实施的